

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Fumio KINOSHITA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: CONTINUOUS UNDERGROUND TRENCH EXCAVATING METHOD AND EXCAVATOR  
THEREFOR

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

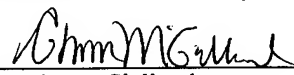
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-253182	August 30, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
C. Irvin McClelland  
Registration No. 21,124



22850

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   8 月 3 0 日  
Date of Application:

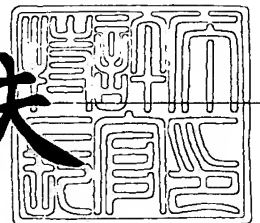
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 5 3 1 8 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 5 3 1 8 2 ]

出      願      人            コベルコ建機株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 7-7 1 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 30668

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 E02D 3/12

【発明の名称】 地中連続溝の掘削方法および地中連続溝掘削機

【請求項の数】 9

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都品川区東五反田 2 - 1 7 - 1   コベルコ建機株式会社 東京本社内

    【氏名】 木下 文男

【発明者】

    【住所又は居所】 兵庫県明石市大久保町八木 7 4 0 番地   コベルコ建機株式会社 大久保工場内

    【氏名】 水谷 元彦

【特許出願人】

    【識別番号】 000246273

    【住所又は居所】 広島市安佐南区祇園 3 丁目 1 2 番 4 号

    【氏名又は名称】 コベルコ建機株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100067828

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小谷 悦司

【選任した代理人】

    【識別番号】 100075409

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 植本 久一

---

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100109058

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 敏郎

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012472

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705897

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 地中連続溝の掘削方法および地中連続溝掘削機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 掘削具を備えたカッターポストを地中に挿入する鉛直方向の掘削と、カッターポストを支持するベースマシンを水平方向に移動させて行う水平方向の掘削とによって掘削溝を連続して形成する地中連続溝掘削方法において、

上記カッターポストを所定の深度まで貫入しながら貫入抵抗を求め、その貫入抵抗に基づいて深度方向の地盤強度を推定し、この推定された地盤強度に釣り合う推力で掘削を行うことを特徴とする地中連続溝の掘削方法。

【請求項 2】 上記貫入抵抗に基づいて単位深度あたりに要する掘削エネルギーを求めることを特徴とする請求項 1 記載の地中連続溝の掘削方法。

【請求項 3】 上記掘削エネルギーから地盤の強度を表す N 値を推定することを特徴とする請求項 2 記載の地中連続溝の掘削方法。

【請求項 4】 上記換算 N 値に基づいて水平方向の地盤反力における平均の深度を算出し、この平均深度から水平方向の平均地盤反力を算出し、鉛直下方向の掘削投影面積と水平方向掘削時の掘削投影面積を算出し、上記掘削投影面積に作用する面圧と掘削速度との関係式から水平方向掘削時の掘削速度を推定することを特徴とする請求項 3 記載の地中連続溝の掘削方法。

【請求項 5】 上記カッターポストによる水平方向掘削時の地盤反力を算出し、この地盤反力から単位水平距離における掘削エネルギーを算出することにより掘削負荷を計測しつつ掘削を行うことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の地中連続溝の掘削方法。

【請求項 6】 水平方向の掘削によって経時的に算出される上記単位水平距離における掘削エネルギーの変化量が所定範囲内に収まるように掘削を制御することを特徴とする請求項 5 記載の地中連続溝の掘削方法。

【請求項 7】 上記カッターポストを支持層に挿入した状態で水平方向に移動させて溝掘削を行い、上記単位水平距離における掘削エネルギーの変化量が所定範囲内に収まるように上記カッターポストを深度方向に制御することを特徴と

する請求項 6 記載の地中連続溝の掘削方法。

【請求項 8】 上記単位水平距離における掘削エネルギーの変化量が所定範囲を逸脱したときに調整掘削を行うことを特徴とする請求項 6 記載の地中連続溝の掘削方法。

【請求項 9】 掘削具を備えたカッターポストを地中に挿入する鉛直方向の掘削と、カッターポストを支持するベースマシンを水平方向に移動させて行う水平方向の掘削とによって掘削溝を連続して形成する地中連続溝掘削機において、

上記カッターポストを所定の深度まで貫入しながら貫入抵抗を求める貫入抵抗算出手段と、その貫入抵抗に基づいて単位深度当たりの掘削エネルギーを算出する掘削エネルギー算出手段と、この掘削エネルギーから深度方向の地盤強度を推定する地盤強度推定手段と、この推定された地盤強度に釣り合う推力で掘削を行う掘削制御手段とを備えたことを特徴とする地中連続溝掘削機。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、軟弱地盤内の支持層上に連続壁を形成するための地中連続溝の掘削方法および地中連続溝掘削機に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、地中連続壁を造成する工法の一つとして T R D (Trench-cutting Re-mixing Deep Wall Method) 工法が知られている。

【0 0 0 3】

この T R D 工法は、カッターチェーンを周回可能に装着したカッターポストを地盤に建て込み、駆動するカッターを地盤に押し付けながら横方向に移動するとともに、カッターポストに内蔵されたノズルから固化液を掘削溝内に吐出することによって掘削土と固化液を混合、攪拌させ、連続するソイルセメント壁を地中に造成するものである。

【0 0 0 4】

この地中連続壁工法において地中深くに止水壁または山留壁を造成する場合、

不透水層または支持地盤への着底管理が極めて重要になってくる。

#### 【0 0 0 5】

ところが、ボーリングデータは一般に施工現場の特定の場所でしか得られないため、深度方向の地層変化が大きいような場合、不透水層または支持地盤へ着底した状態で溝掘削が行われているかどうかは推測に頼らざるを得ない。したがって、現状では不透水層または支持地盤のレベルが変化しても確実に着床状態が得られるように掘削深さをより深くして溝掘削を行っている。

#### 【0 0 0 6】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このように常に余分な深さまで溝掘削を行うと、施工コストが高くなるだけでなく工期が長くなり、指定された納期に間に合わなくなる虞れがある。

#### 【0 0 0 7】

なお、支持地盤を検出する方法として、例えば特開平11-280055号公報が知られている。この地盤改良方法は、先端に攪拌翼を取り付けた攪拌軸をリーダに沿わせて鉛直にするとともに、地中の所定深度まで攪拌貫入した後に、攪拌翼による攪拌と攪拌軸の先端から改良材を吐出しながら攪拌軸を引き上げ、地盤中に改良柱体を形成するいわゆる深層混合処理工法であるが、この工法においても予めボーリング調査して得られた支持地盤の掘削基準エネルギーと支持地盤近傍で求めた掘削エネルギーとを比較し、一致したときに支持地盤に到達したと判断するため、地層の変化が著しい場合には、推定結果が掘削地盤を代表しない場合がある。

#### 【0 0 0 8】

本発明は以上のような従来の地中連続溝掘削における課題を考慮してなされたものであり、地盤の変化をより正確に推定しながら効率良く掘削を行うことができる地中連続溝の掘削方法および地中連続溝掘削機を提供するものである。

---

#### 【0-0-0-9】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の地中連続溝の掘削方法は、掘削具を備えたカッターポストを地中に挿

入する鉛直方向の掘削と、カッターポストを支持するベースマシンを水平方向に移動させて行う水平方向の掘削とによって掘削溝を連続して形成する地中連続溝掘削方法において、カッターポストを所定の深度まで貫入しながら貫入抵抗を求め、その貫入抵抗に基づいて深度方向の地盤強度を推定し、この推定された地盤強度に釣り合う推力で掘削を行うことを要旨とする。

#### 【0010】

上記掘削方法に従えば、カッターポストを貫入する際に貫入抵抗を求め、深度方向の地盤強度を推定し、その推定値を参照しながら掘削を行うため、地盤の性状を把握した適性な掘削が行えるようになる。

#### 【0011】

上記掘削方法において、貫入抵抗に基づいて単位深度あたりに要する掘削エネルギーを求めれば、連続溝掘削機の能力に見合った掘削を行うことができる。

#### 【0012】

また、掘削エネルギーから地盤の強度を表すN値を推定すれば、掘削断面のすべてにおいてN値を得ることができるため、ボーリング調査によって得られた一部のN値に従って掘削を行う従来工法に比べ、地盤をより正確に評価することができる。

#### 【0013】

なお、N値とは標準貫入試験によって得られた値であり、このN値の深度方向の分布を見れば、掘削深度の範囲で地盤強度の高い箇所、低い箇所を把握することができる。

#### 【0014】

また、換算N値に基づいて水平方向の地盤反力における平均の深度を算出し、この平均深度から水平方向の平均地盤反力を算出し、鉛直下方向の掘削投影面積と水平方向掘削時の掘削投影面積を算出し、上記掘削投影面積に作用する面圧と掘削速度との関係式から水平方向掘削時の掘削速度を算出すれば、鉛直方向の掘削速度の結果から水平方向の掘削速度を推定することができるため、施工計画の策定が容易に行えるようになる。

#### 【0015】

また、カッターポストによる水平方向掘削時の地盤反力を算出し、この地盤反力から単位水平距離における掘削エネルギーを算出することにより掘削負荷を計測しつつ掘削を行えば、水平方向の掘削を行いながらその掘削に費やされるエネルギー量が求められるため、その掘削エネルギーの変化に基づいて水平方向の掘削状態を容易に把握することができるようになる。

【0016】

また、水平方向の掘削によって経時的に算出される単位水平距離における掘削エネルギーの変化量が所定範囲内に収まるように掘削を制御すれば、地盤の状況が変化しても、一定の品質の連続溝を掘削することが可能になる。

【0017】

また、カッターポストを支持層に挿入した状態で水平方向に移動させて溝掘削を行い、単位水平距離における掘削エネルギーの変化量が所定範囲内に収まるようにカッターポストを深度方向に制御すれば、透水層や地盤などの支持層のレベルが上下に変化していてもその支持層に追従して一定の深さの連続溝を掘削することができるようになる。

【0018】

また、単位水平距離における掘削エネルギーの変化量が所定範囲を逸脱したときに調整掘削を行えば、過負荷を招くことなく掘削を行うことができるようになる。

【0019】

また、本発明の地中連続溝掘削機は、掘削具を備えたカッターポストを地中に挿入する鉛直方向の掘削と、カッターポストを支持するベースマシンを水平方向に移動させて行う水平方向の掘削とによって掘削溝を連続して形成する地中連続溝掘削機において、カッターポストを所定の深度まで貫入しながら貫入抵抗を求める貫入抵抗算出手段と、その貫入抵抗に基づいて単位深度当たりの掘削エネルギーを算出する掘削エネルギー算出手段と、この掘削エネルギーから深度方向の地盤強度を推定する地盤強度推定手段と、この推定された地盤強度に釣り合う推力で掘削を行う掘削制御手段とを備えたことを要旨とする。

【0020】

**【発明の実施の形態】**

以下、図面に示した実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。

**【0 0 2 1】**

図 1 は、本発明の地中連続溝の掘削方法に使用される連続溝掘削機の構成を示したものである。

**【0 0 2 2】**

両図において、連続溝掘削機 1 は、ベースマシンとして、地上を走行するためのクローラ 2 a を装着した下部走行体 2 上に上部旋回体 3 を搭載しており、その下部走行体 2 に門型フレーム 4 が取り付けられている。

**【0 0 2 3】**

この門型フレーム 4 には、図示しない一对の横行上シリンダおよび横行下シリンダが上下に平行して配置されており、リーダ 5 に垂下されたカッターポスト 6 に対して横行掘削推力を与えるようになっている。このカッターポスト 6 をガイドとしてカッターチェーン（掘削具） 7 が回転するようになっている。

**【0 0 2 4】**

上記カッターポスト 6 は、連結された長尺の箱形フレームで構成されており、その上端部に設けられた回転駆動装置 8 によって駆動輪 9 が回転する。この駆動輪 9 とカッターポスト 6 の下端部に設けられた遊動輪 1 0 との間に上記カッターチェーン 7 のエンドレスチェーン 1 1 が掛け渡されており、このチェーン 1 1 の外周側にビットプレートを通じて多数の掘削ビット 1 2 が配列されている。なお、回転駆動装置 8 はリーダ 5 に配置された昇降シリンダによって昇降させることができるようになっている。

**【0 0 2 5】**

上記カッターチェーン 7 を駆動させつつ地中でカッターポスト 6 を横方向（X 方向）に移動させることにより、その進行方向に溝 T を掘削する。

**【0 0 2 6】**

その際、カッターポスト 6 の下端に設けられた吐出口より掘削液を吐出して溝 T の掘削を補助し、或いは、吐出口より地盤固化液を吐出して掘削土等と混合攪拌し、ソイルセメント壁を形成する。

**【0027】**

溝掘削とソイルセメント壁を形成するにあたっては、両者を併せて連続的に行ういわゆる1パス施工、溝Tの掘削が完了した後に溝Tに沿ってソイルセメント壁を形成する2パス施工、或いは溝Tの掘削完了後にカッターポスト6を掘削開始位置まで再移動させ、形成された溝Tに沿ってソイルセメント壁を形成する3パス施工等があり、施工状況に応じていずれかの施工方法が適宜選択される。

**【0028】**

図2は、溝掘削の制御を行う構成図を示したものである。

**【0029】**

同図において、カッターポスト6の上部には横行上シリンダ13と横行下シリンダ14が平行に配置されており、横行下シリンダ14の推力によってカッターポスト6を地盤に押し付けることができるようになっている。ただし、横行上シリンダ13は横行下シリンダ14の押圧力と逆向きのシリンダ保持力を発生する。

**【0030】**

また、横行上シリンダ13には作動圧を検知するための圧力センサ13aと、シリンダストロークを検知するためのストロークセンサ13bがそれぞれ備えられている。横行下シリンダ14も同様に圧力センサ14aとストロークセンサ14bが備えられている。

**【0031】**

カッターポスト6を昇降させる昇降シリンダ15、16の一方のシリンダ16にも、圧力センサ16aとストロークセンサ16bが備えられ、このストロークセンサ16bは深度計として機能する。

**【0032】**

上記各センサによって検知された圧力信号、ストローク信号はインターフェース17を介して制御装置18に与えられる。

---

**【0033】**

なお、位置測定装置19は、例えばGPS (Global Positioning System) や自動追尾測距儀などから構成され、掘削位置を測定して制御装置18に与える。

## 【0 0 3 4】

上記各センサ以外に制御装置 1 8 の入力側にはキーボード等から構成される入力装置 2 0 が接続され、各種指令や掘削条件等を入力することができるようになっている。

## 【0 0 3 5】

制御装置 1 8 の出力側には例えば液晶表示装置等から構成されるモニタ 2 1 が接続され、掘削条件の設定や掘削内容を画面上に表示してガイダンス表示するとともに、横行掘削時には掘削状態をグラフィック表示するようになっている。

## 【0 0 3 6】

また、制御装置 1 8 は掘削制御装置 2 2 に対して掘削指令を出力し、掘削制御装置 2 2 は例えば地盤強度に釣り合う推力を発生させるべく横行シリンダ 1 3, 1 4 を制御したり、掘削深度を調整すべく昇降シリンダ 1 5, 1 6 を制御する。この制御装置 1 8 は、貫入抵抗算出手段、掘削エネルギー算出手段、地盤強度推定手段、掘削制御手段として機能し、以下に説明する各手順を実行する。

## 【0 0 3 7】

次に、上記連続溝掘削機 1 の動作および制御装置 1 8 の制御について説明する。

## 【0 0 3 8】

制御装置 1 8 による制御は、A N 値を得る処理と、B 水平方向掘削時の推定横行速度を導出する処理と、C 水平方向掘削時の負荷変化を計測する処理をこの順に行うものである。

A 鉛直下方向の掘削を行うことにより実掘削対象地盤の N 値を推定する。

手順 1. 貫入抵抗  $F_z$  の算出

自力貫入作業を実施した際に、制御装置 1 8 は、昇降シリンダ 1 6 に取り付けられている圧力センサ 1 6 a からその昇降シリンダ 1 6 に作用している荷重  $F_u$   $d$  を得る。

## 【0 0 3 9】

一方、作業者は泥水をサンプリングすることによりカッターポスト周りの液比重  $\rho$  を計測し、計測結果を入力装置 2 0 から入力する。

## 【0040】

制御装置18は、地中部のカッターポスト体積 $V$ を計算する。 $c$ を単位深度ポスト体積、 $H$ を掘削深度とすると、カッターポスト体積 $V = cH$ の関係式によって求められる。

## 【0041】

昇降シリンダ16に取り付けられている回転駆動装置8、カッターポスト6などの全質量 $W$ を計算する。

## 【0042】

貫入抵抗 $F_z$ を次式、 $F_z \text{ [kN]} = W - F_{ud} - \rho V - F_{fz}$ から算出する。

## 【0043】

$F_{ud}$ は昇降シリンダ荷重であり持ち上げ側を正、貫入側を負とする。また、 $F_{fz}$ は鉛直下方向の摩擦抵抗であり、着底していない宙に浮いた状態で昇降シリンダ15、16を作動させることによって求められる。 $F_{fz} = W - F_{ud} - \rho V$ 。

## 【0044】

なお、貫入抵抗 $F_z (>0)$ は一定サンプリング毎に $F_{zi} \text{ [kN]} (>0)$ として計算する。

手順2. 単位深度あたりに要する掘削エネルギーを算出する。

## 【0045】

サンプリングタイム毎に求められた貫入抵抗 $F_{zi}$ について、サンプリングタイムが $1/n \text{ [min]}$ の場合、 $F_{zi}$ を $n$ で割り、 $n$ 回累積する。その結果を1分間の平均値 $F_{zj} \text{ [kN/min]}$ とする。

## 【0046】

その平均値 $F_{zj}$ を、単位深度 $L \text{ [m]}$ 掘削するのに必要な時間 $T = L/v \text{ [min]}$ 分、累積演算し、 $F_{zL} \text{ [kNm]}$ を得る。

## 【0047】

-----  $L \text{ [m]}$  が  $1 \text{ [m]}$  の場合に求められる  $F_{zL}$  を単位深度あたりに要する掘削エネルギーとする。 -----

手順3. 推定換算 $N$ 値の算出

推定換算N値と単位深度当たりの掘削エネルギー  $F_{z1}$  との関係式からN値を換算する。

【0 0 4 8】

換算N値  $= a F_{z1}$  ただし、 $a$  は比例定数であり実現場での実績とボーリングデータにより決定する。

【0 0 4 9】

なお、以降の説明において使用する記号を下記のように定義する。

【0 0 5 0】

$E_z$  : 縦方向を掘削するのに必要とする掘削エネルギー

$E_x$  : 横方向を掘削するのに必要とする掘削エネルギー

なお、掘削する体積が互いに同じであれば基本的に  $E_z = E_x$  と仮定する。

【0 0 5 1】

$F_z$  : 縦方向の平均荷重 (実績値)

$S_z$  : 縦方向の断面積 (計算値)

$R_x$  : 横方向の平均荷重 (掘削深度から計算)

$S_x$  : 横方向の断面積 (計算値)

B 鉛直下方向の掘削により水平方向掘削時の推定横行速度を導出する。

手順4. 鉛直下方向の掘削時に得られる各値

掘削エネルギー  $F_{z1}$  を0 mから掘削深度まですべて累積し、総掘削エネルギー  $F_{zH}$  とする。

【0 0 5 2】

すべての深度を掘削するのに要した時間  $T$  と掘削深度  $H$  から平均鉛直下方向掘削速度  $V_{zav}$  [m/min] を求める。

【0 0 5 3】

$$V_{zav} = H / T$$

同様に、鉛直下方向の平均貫入抵抗  $F_{zav} = [kN]$  も求める。

【0 0 5 4】

$$F_{zav} = F_{zH} / H$$

手順5. 水平方向の地盤反力における平均深度の導出

上記手順 3 で得られた各深度における推定換算 N 値から下記モーメントを計算し、地盤反力平均深度を求める。

## 【0055】

$$H_{av} = \sum N[i] \cdot h[i] / \sum N[i]$$

ただし、 $H_{av}$  : 地盤反力平均深度 (横行時)

$N[i]$  : 各深度での N 値

$h[i]$  : 各深度 (0 ~  $H[m]$ )

下記条件では  $H_{av}$  は 4.211 [m] となる。

深度 $h$ [m]	N 値	N 値 $\times h$ [m]	
1	1	1	
2	2	4	
3	5	15	
4	10	40	
5	20	100	
$\Sigma$	38	160	4.211

手順 6. 水平方向の平均地盤反力  $F_{xav}$  を求める。

## 【0056】

水平方向の横行シリンダ最大推力を  $F_{pLmax}$  とする (機械仕様で決定される)

水平方向の横行上シリンダ 13 と横行下シリンダ 14 の取り付け間隔を  $L_A$  (機械仕様で決定される) とする (図 2 参照)。横行シリンダの地上高を  $L_B$  (機械仕様で決定される) とする。

## 【0057】

下記のモーメント計算により水平方向の平均地盤反力  $F_{xav}$  を求める。

## 【0058】

$$F_{pLmax} \times L_A = F_{xav} \times (H_{av} + L_B)$$

$$F_{xav} [kN] = F_{pLmax} \cdot L_A / (H_{av} + L_B)$$

手順 7. 鉛直下方向の掘削投影面積と水平方向掘削時の掘削投影面積を算出する

。

## 【0059】

鉛直下方向の掘削投影面積  $S_z$  は、

$$S_z = B_{cp} \text{ (カッターポスト幅)} \times B \text{ (掘削幅)}$$

水平方向の掘削投影面積  $S_x$  は、

$$S_x = H \text{ (掘削深度)} \times B \text{ (掘削幅)}$$

によってそれぞれ求められる。

手順 8. 水平方向掘削時の推定速度を求める。

【0 0 6 0】

面圧が掘削速度に比例すると考えると、上記手順 5、6、7 より下記関係式が成立する。

【0 0 6 1】

$$V_{xav} : V_{zav} = F_{xav} / S_x : F_{zav} / S_z = F_{xav} \times B_{cp} : F_{zav} \times H$$

上記式より

$$V_{xav} = V_{zav} \times F_{xav} \times B_{cp} / (F_{zav} \times H)$$

C. 水平方向掘削時の負荷変化を計算する。

手順 9. 水平方向掘削時の地盤反力の求め方

水平方向掘削時の横行下シリンダ推力  $F_{pL}$  (絶対値) を圧力センサ 1 4 a で計測する。

【0 0 6 2】

水平方向掘削時の横行上シリンダ推力  $F_{pL}$  (絶対値) を圧力センサ 1 3 a で計測する。

【0 0 6 3】

下記の式により地盤反力  $R_x$  を求める。

【0 0 6 4】

$$R_x = F_{pL} - F_{pU}$$

手順 1 0. 単位水平距離掘削エネルギーを求める。

【0 0 6 5】

サンプリングタイム毎に水平地盤反力  $R_{xi}$  値を導出する。

【0 0 6 6】

サンプリングタイムが  $1/n$  [min] の場合、 $R_{xi}$  を  $n$  で割り、 $n$  回累積する→ $R_{xj}$  [kN/min] を 1 分間の平均値とする。

【0 0 6 7】

$R_{xj}$  を単位水平距離  $L$  [m] 掘削するのに必要な時間分  $T = L/V$  [min] 累積演算し、 $R_{x1}$  [kNm] を得る。

【0 0 6 8】

$L$  [m] が 1 [m] の場合  $R_{x1}$  を単位水平距離当たりの掘削エネルギーとする。

手順 1 1. 負荷変化に応じて掘削を制御する。

【0 0 6 9】

手順 1 0 の単位水平距離当たりの掘削エネルギー  $R_{x1}$  を例えば 0. 1 [m] 単位に移動平均しながら更新し、 $R_{x1}$  の値を表示することで負荷変化をオペレータに認識させる。

【0 0 7 0】

$R_{x1}$  を計算することから地盤反力における平均深度  $H_{av}$  も下記式により計算できる。

【0 0 7 1】

$$H_{av} = F_p L \times L_A / R_{x1} - L_B$$

$R_{x1}$  の値や  $H_{av}$  の値を地盤変化の評価指数と捉える。

【0 0 7 2】

$R_{x1}$  の値が常にほぼ一定値になるように掘削制御装置 2 2 は自動的に深度を調節する。

【0 0 7 3】

また、カッターポスト 6 の下端を不透水層や支持地盤などの支持層に挿入して水平方向の掘削を行う場合において、 $R_{x1}$  の値が所定の範囲に収まるようにカッターポスト 6 を深度方向に制御すれば、支持層のレベルが上下に変化しているような場合であっても、支持層に挿入するカッターポスト 6 の深さを支持層のレベルに追従してほぼ一定に保つことができるようになり、着床管理を行うことができる。

**【 0 0 7 4 】**

また、掘削エネルギー  $R \times 1$  の値が所定の範囲を逸脱したときは、掘削制御装置 2 2 はカッターポスト 6 の傾斜を変更したり、カッターチェーンの走行方向を変えるなどの調整掘削を行う。

**【 0 0 7 5 】**

図 3 はモニタ 2 1 の画面上に表示される施工モード画面を示したものである。

**【 0 0 7 6 】**

モニタ 2 1 の表示画面 3 0 の左側には面内モニタ部 3 0 a、中央には面外モニタ部 3 0 b が配置されている。

**【 0 0 7 7 】**

面内モニタ部 3 0 a は、その左端に傾斜計設置深度、下端部に現在の深度を表示している。

**【 0 0 7 8 】**

また、ベースマシン本体傾斜計と駆動部傾斜計によって測定された角度をそれぞれ表示し、その右側に変位を表示する。

**【 0 0 7 9 】**

地山掘削線 L 1 は、各傾斜計の位置を○印とし、それらを結ぶ直線で表示される。

**【 0 0 8 0 】**

上記○印は、カッターポスト 6 が横方向に変位したときに横方向に移動し、それに応じて地山掘削線 L 1 も移動するようになっている。

**【 0 0 8 1 】**

面内モニタ部 3 0 a において、右方向に掘削が行われる場合、地山掘削線 L 1 を基準としてその右側は地山を表す例えば茶色で塗りつぶされ、溝掘削済みの左側は例えばベージュ色で塗りつぶされる。もちろん、カッターポスト 6 の下端から下方についても茶色で塗りつぶされる。

---

**【 0 0 8 2 】**

このようにして掘削済み領域と未掘削領域の境界面が可視化表示される。また、掘削ビットが新規に掘削しているポイントは位置測定装置 1 9 によって割り出

されるようになっており、その掘削ポイントにおける掘削エネルギーと掘削体積が計算される。掘削エネルギーは、横行シリンダ 1 3, 1 4、昇降シリンダ 1 5, 1 6、回転駆動装置 8 の油圧モータの出力から求められる。一方、掘削体積は、掘り始めの境界面形状と掘り終わりの境界面形状の差から求められる。

#### 【 0 0 8 3 】

さらに、掘削体積と掘削時間およびビットロードを用いて微小切込理論から地盤の強度を精度良く求めることができる。また、ビットロードの精度を高める手段として歪計のデータを利用することができる。

#### 【 0 0 8 4 】

一方、面外モニタ部 3 0 b は、直線 L 2 の左側が溝掘削機の本体側を示し、右側が外側を示している。

#### 【 0 0 8 5 】

ベースマシン本体傾斜計と駆動部傾斜計によって測定された角度は左側に表示され、変位は右側に表示される。

#### 【 0 0 8 6 】

また、画面左下の範囲 3 0 c には単位平均地盤反力  $R_x$  [kN] と平均地盤反力深度  $H_{av}$  [m] がそれぞれ数値で表示される。

#### 【 0 0 8 7 】

この単位平均地盤反力  $R_x$  と平均地盤反力深度  $H_{av}$  が上述した地盤変化の評価指数となる。

#### 【 0 0 8 8 】

図 4 は自力貫入画面を示したものである。

#### 【 0 0 8 9 】

モニタ画面 4 0 左側の面内モニタ部 4 0 a にカッターポスト 6 の地中貫入状態が示され、貫入深度が表示される。

#### 【 0 0 9 0 】

画面左端には貫入時の各値が表示される。具体的には、d 3 には駆動部・カッターポスト自重  $W$ 、d 4 には比重  $\rho$ 、d 5 にはカッターポストの地中部体積  $V_c$ 、d 6 にはそのカッターポストに働く浮力、d 7 には貫入抵抗、d 8 には単位深

度貫入抵抗時間積分値、 $d_9$ には換算N値、 $d_{10}$ には総貫入抵抗積分値、 $d_{11}$ には推定横行（水平）速度がそれぞれ表示される。

#### 【0091】

駆動部・カッターポスト自重 $W$ は上述したように貫入抵抗の計算に必要であり、比重 $\rho$ はカッターポスト6の浮力を計算するのに必要であり、地中部体積 $V_c$ は浮力計算においてカッターポストの地中部分の特定に必要である。

#### 【0092】

これらの値によって浮力が求められ、貫入抵抗 $F_z$ が求められ、総貫入抵抗積分値 $F_{zH}$ が求められ、最終的には水平方向の掘削において指標となる推定横行速度 $V_{xav}$ が求められる。

#### 【0093】

##### 【発明の効果】

以上説明したことから明らかなように、請求項1の本発明によれば、カッターポストを所定の深度まで貫入しながら貫入抵抗を求め、その貫入抵抗に基づいて深度方向の地盤強度を推定し、この推定された地盤強度に釣り合う推力で掘削を行うため、地盤の性状を把握した適性な掘削が行えるようになる。

#### 【0094】

請求項2の本発明によれば、貫入抵抗に基づいて単位深度あたりに要する掘削エネルギーを求めることにより、連続溝掘削機の能力に見合った掘削を行うことができる。

#### 【0095】

請求項3の本発明によれば、掘削断面のすべてにおいてN値を推定することができるため、ボーリング調査によって得られた一部のN値に従って掘削を行う場合に比べ、地盤をより正確に評価することができる。

#### 【0096】

請求項4の本発明によれば、鉛直方向の掘削速度の結果から水平方向の掘削速度を推定することができるため、施工計画の策定が容易に行えるようになる。

#### 【0097】

請求項5の本発明によれば、水平方向の掘削を行いながらその掘削に費やされ

るエネルギー量が求められるため、その掘削エネルギーの変化に基づいて水平方向の掘削状態を容易に把握することができるようになる。

**【0 0 9 8】**

請求項 6 の本発明によれば、水平方向の掘削によって経時的に算出される単位水平距離における掘削エネルギーの変化量が所定範囲内に収まるように掘削を制御するため、地盤の状況が変化しても、一定の品質の連続溝を掘削することが可能になる。

**【0 0 9 9】**

請求項 7 の本発明によれば、透水層や地盤などの支持層のレベルが上下に変化していてもその支持層に追従して一定の深さの連続溝を掘削することができるようになる。

**【0 1 0 0】**

請求項 8 の本発明によれば、単位水平距離における掘削エネルギーの変化量が所定範囲を逸脱したときに調整掘削を行うため、過負荷を招くことなく掘削を行うことができるようになる。

**【0 1 0 1】**

請求項 9 の本発明によれば、連続溝掘削機の制御装置に貫入抵抗算出手段、掘削エネルギー算出手段、地盤強度推定手段、掘削制御手段を備えることにより、地盤の性状を把握した適性な掘削が行えるようになる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】**

本発明の地中連続溝掘削機による溝掘削を説明した正面図である。

**【図 2】**

本発明の地中連続溝掘削機による掘削制御の構成を示すブロック図である。

**【図 3】**

図 2 のモニタに表示される施工モード画面である。

**【図 4】**

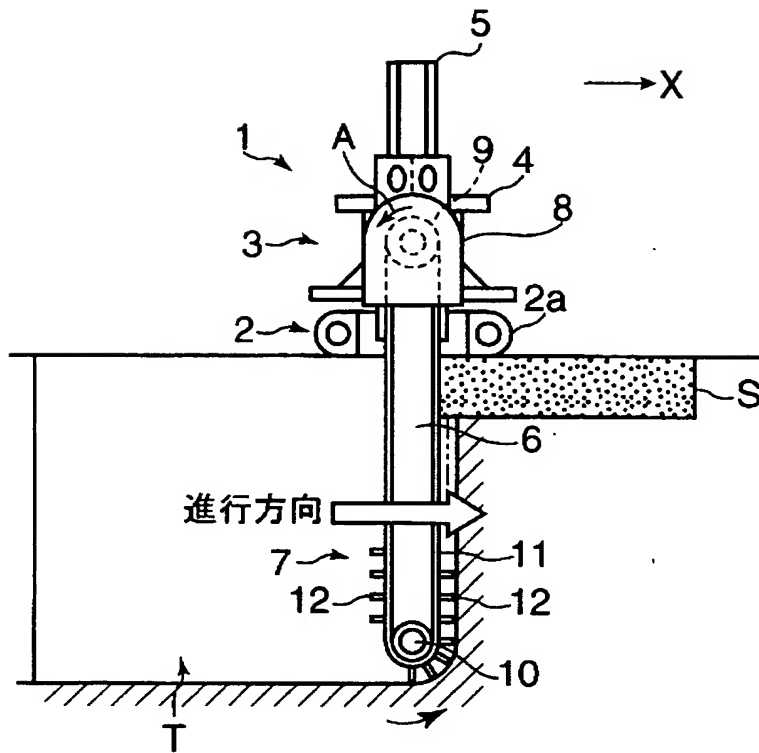
図 2 のモニタに表示される自力貫入画面である。

**【符号の説明】**

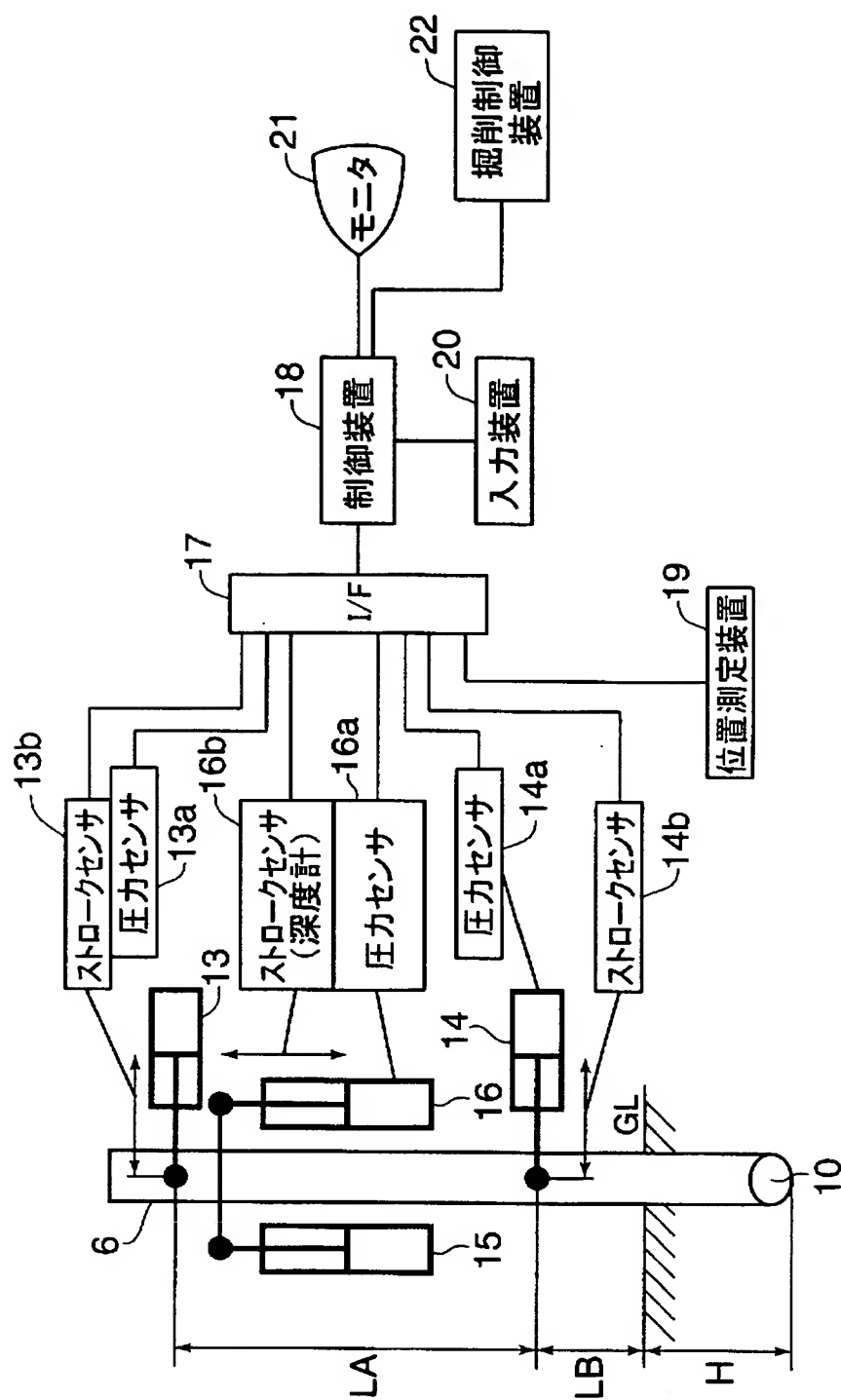
- 1 連続溝掘削機
- 2 下部走行体
- 3 上部旋回体
- 4 門型フレーム
- 5 リーダ
- 6 カッターポスト
- 7 カッターチェーン
- 8 回転駆動装置
- 9 駆動輪
- 1 0 遊動輪
- 1 1 チェーン
- 1 2 掘削ビット
- 1 3 横行上シリンダ
- 1 4 横行下シリンダ
- 1 5, 1 6 昇降シリンダ
- 1 8 制御装置
- 1 9 位置測定装置
- 2 0 入力装置
- 2 1 モニタ
- 2 2 掘削制御装置

【書類名】 図面

【図 1】

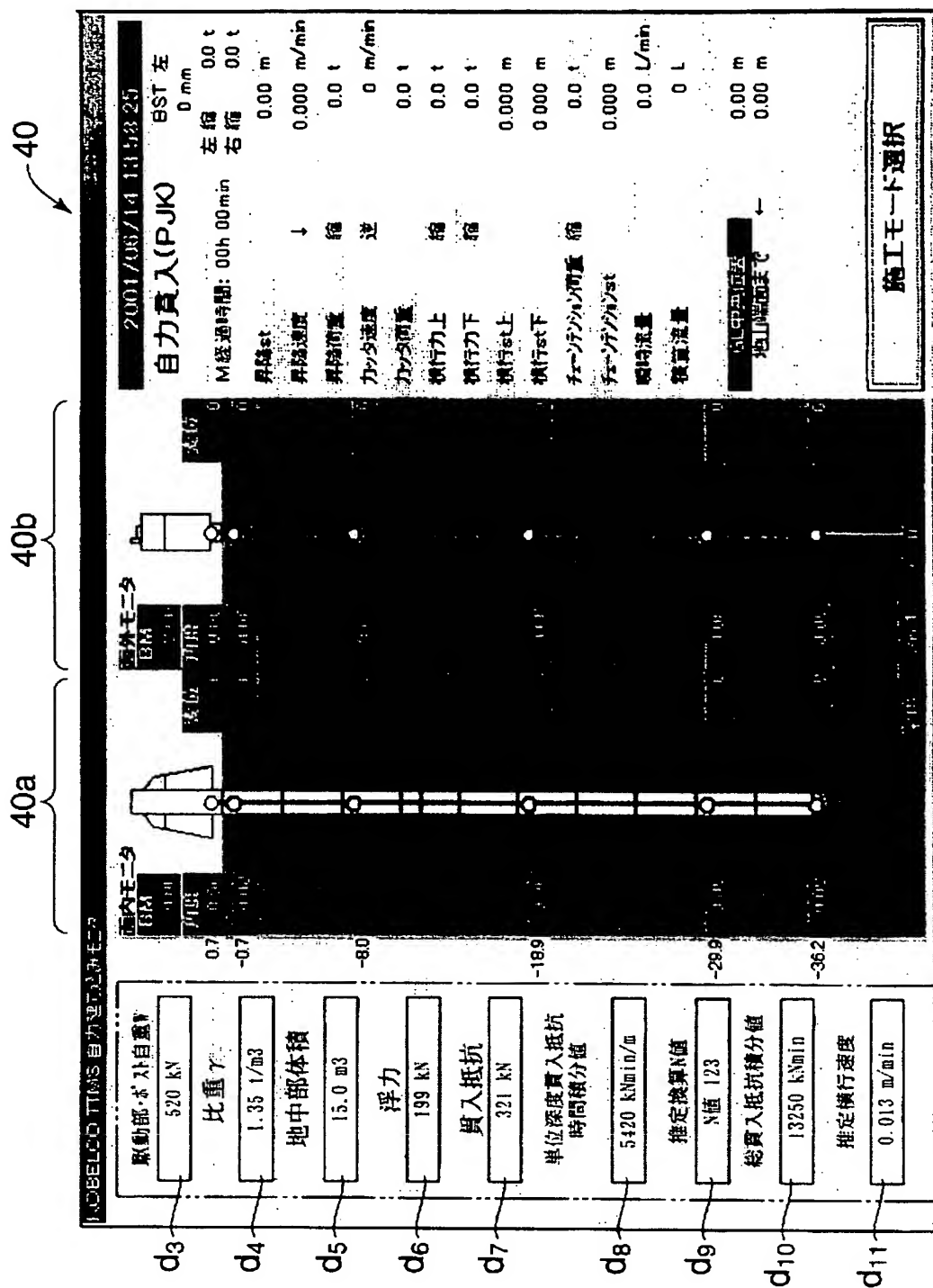


【図2】





【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 地盤の変化をより正確に推定しながら効率良く掘削を行うことができる地中連続溝の掘削方法および地中連続溝掘削機を提供する。

【解決手段】 掘削具を備えたカッターポスト 6 を地中に挿入する鉛直方向の掘削と、カッターポスト 6 を支持するベースマシンを水平方向に移動させて行う水平方向の掘削とによって掘削溝を連続して形成する地中連続溝掘削方法において、カッターポスト 6 を所定の深度まで貫入しながら貫入抵抗を求め、その貫入抵抗に基づいて深度方向の地盤強度を推定し、この推定された地盤強度に釣り合う推力で掘削を行うことを要旨とする。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 5 3 1 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 4 6 2 7 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 1 0 月 4 日

[変更理由]

名称変更

住 所

広島県広島市安佐南区祇園 3 丁目 1 2 番 4 号

氏 名

コベルコ建機株式会社